

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10039173
PUBLICATION DATE : 13-02-98

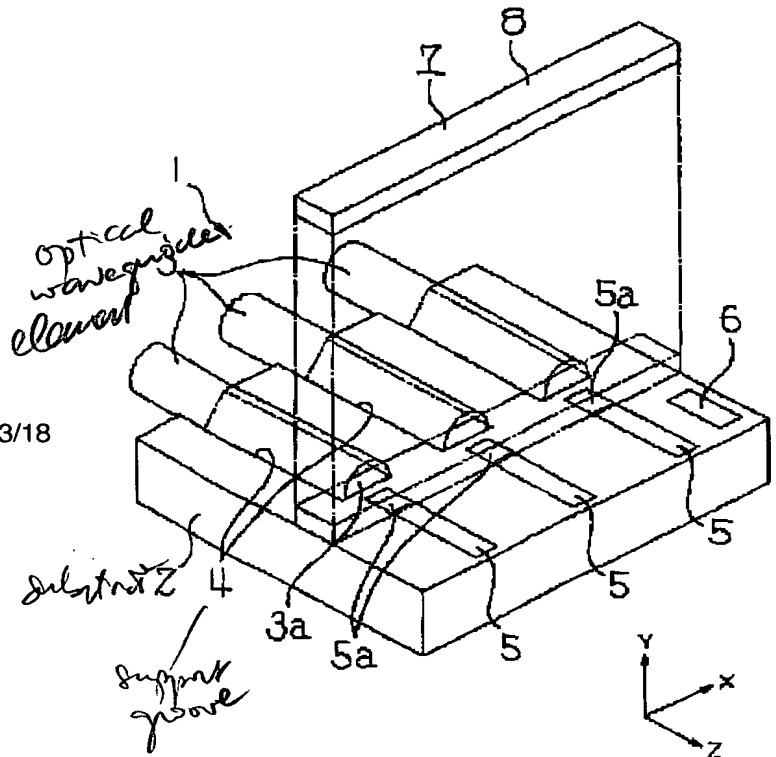
APPLICATION DATE : 26-06-96
APPLICATION NUMBER : 08165445

APPLICANT : RICOH CO LTD;

INVENTOR : KATO MASAYOSHI;

INT.CL. : G02B 6/42 H01L 33/00 H01S 3/18

TITLE : OPTICAL MODULE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To facilitate positioning of a light emission element to an optical waveguide element by providing a connection part formed on an electrode and electrically connected to only a light emission element opposite to the light incident surface of the optical waveguide element existing in the corresponding relation to the electrode.

SOLUTION: A support groove 4 supporting the optical waveguide element 3 and the electrode 5 are arranged on the same straight line to be formed on a substrate 2, and a light emission element array 7 arranging end surface light emitting type light emission elements smaller than the light incident surface 3a of the optical waveguide element 3 in an array shape is provided in the direction orthogonally intersecting with the opposite direction between the optical waveguide element 3 and the electrode 5, and the connection part 5a electrically connected to only the light emission element opposite to the light incident surface of the optical waveguide element 3 existing in the answering relation to the electrode 5 is formed on the electrode 5. Then, even when the position of the light emission element array 7 in the arranging direction of the light emission element is deviated slightly, it is made possible that at least one light emission element is connected to the connection part 5a of the electrode 5 arranged on the straight line passing through the center of the support groove 4, that is, the center of the optical waveguide element 3. Thus, only the light emission element opposite to the central part of the light incident surface 3a among the light emission elements arranged on the array is made to light emit.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-39173

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月13日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 6/42			G 0 2 B 6/42	
H 0 1 L 33/00			H 0 1 L 33/00	M
H 0 1 S 3/18			H 0 1 S 3/18	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-165445

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 6 月26日

(31) 優先権主張番号 特願平8-128031

(32) 優先日 平 8 (1996) 5 月23日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号

(72) 発明者 加藤 正良

東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
会社リコー内

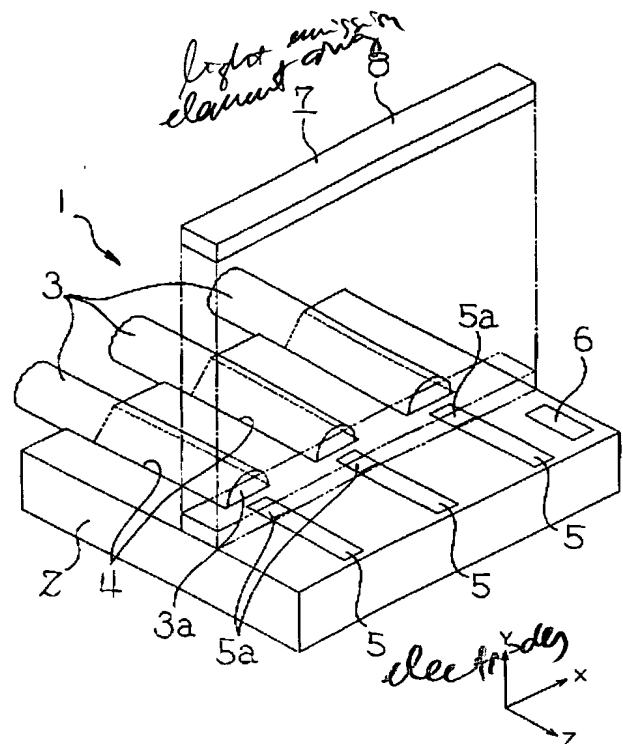
(74) 代理人 弁理士 柏木 明 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 光モジュール

(57) 【要約】

【課題】 光導波素子に対する発光素子の位置決めを容易にすること。

【解決手段】 基板 2 に光導波素子 3 を支持する支持溝 4 と電極 5 とを同一直線上に配置して形成し、光導波素子 3 と電極 5 との対向方向と直交する方向に光導波素子 3 の光入射面 3 a より小さな端面発光型の発光素子がアレイ状に配列された発光素子アレイ 7 を設け、電極 5 にはその電極 5 と対応関係にある光導波素子 3 の光入射面 3 a に対向する発光素子のみに電氣的に接続する接続部 5 a を形成する。これにより、発光素子アレイ 7 の発光素子の配列方向における位置が多少ずれていたとしても、支持溝 4 の中心すなわち光導波素子 3 の中心を通る直線上に配置された電極 5 の接続部 5 a に少なくとも一つの発光素子を接続することが可能となる。これにより、アレイ上に配置された発光素子の内、光入射面 3 a の中心部に対向する発光素子のみを発光させるようにする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光を入射する光入射面を端面に有する光導波素子と、この光導波素子が固定的に支持された支持溝及び前記光導波素子と対応関係にある電極が同一直線上に形成された基板と、前記光入射面よりも小さな端面発光型の発光素子が前記光導波素子と前記電極との対向方向と直交する方向にアレイ状に配列された発光素子アレイと、前記電極上に形成されてその電極と対応関係にある前記光導波素子の前記光入射面に対向する前記発光素子のみに電氣的に接続された接続部とを備えることを特徴とする光モジュール。

【請求項2】 発光素子アレイは、駆動する発光素子に注入する電流の発光素子配列方向への拡がりを抑制する電流注入範囲制限部を備えることを特徴とする光モジュール。

【請求項3】 発光素子アレイは、その光導波素子側の対向面よりも発光面が前記光導波素子から離反する方向に後退する断面形状を有することを特徴とする請求項1記載の光モジュール。

【請求項4】 光導波素子と発光素子との少なくとも一方は、発光素子からの光の光量分布に応じて基板の表面に対して光学軸が相対的に傾いた状態で対向配置されていることを特徴とする請求項3記載の光モジュール。

【請求項5】 基板は所定の方角を有する結晶基板が用いられ、支持溝は異方性エッチングの手法により形成され、電極は薄膜形成プロセスにより形成されていることを特徴とする請求項1記載の光モジュール。

【請求項6】 光導波素子は光入射面が球面若しくは半球面の形状に形成された光ファイバであることを特徴とする光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、端面発光型の発光素子と光導波素子とを対向させて同一基板上で支持した光モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、同一基板上に、端面発光型の発光素子と光ファイバ等の光導波素子とを対向配置し、発光素子の端面（発光面）から発光された光を光導波素子により所望の部位に導くようにした光モジュールがある。このような光モジュールにおいては、光導波素子と発光素子とを、両者の端面の中心を正確に一致させて固定することは重要なことであるが、その位置合わせは容易ではない。そのために、発光素子と光導波素子との位置決め構造に関する提案も種々なされている。

【0003】その一例として、「半導体レーザモジュールの製造方法」なる名称をもって特開昭6-160676号公報に記載された発明がある。以下、図10を参照して説明する。ここに示された半導体レーザモジュール100は、基板101の表面に、光ファイバ102（光

導波素子）を位置決めして固定する溝103と、この溝103の中心延長線上に位置する溝マーカ104とを形成するとともに、基板101の表面を鏡面にし、半導体レーザ105（発光素子）の裏面には活性層106を挟んで両側にマーカ107を形成し、マーカ107を基板101の鏡面に反射させてその位置を観測して基板101の溝マーカ104との対応位置を定めるようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】図10に示す方法は、半導体レーザ105と光ファイバ102とを、対向方向と直交する方向に1 μ mオーダーで正確に位置合わせすることが可能であるとのことであるが、このように精度の高い位置合わせは、顕微鏡観察による精密な位置合わせ工程を必要とするため生産性に問題がある。また、基板101の表面を鏡面状態に形成する必要があるため、基板材料が限定されてしまう等の問題がある。

【0005】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、光を入射する光入射面を端面に有する光導波素子と、この光導波素子が固定的に支持された支持溝及び前記光導波素子と対応関係にある電極が同一直線上に形成された基板と、前記光入射面よりも小さな端面発光型の発光素子が前記光導波素子と前記電極との対向方向と直交する方向にアレイ状に配列された発光素子アレイと、前記電極上に形成されてその電極と対応関係にある前記光導波素子の前記光入射面に対向する前記発光素子のみに電氣的に接続された接続部とを備える。したがって、発光素子アレイ上の発光素子は、光導波素子の光入射面に対向する発光素子のみが、光導波素子と対応関係にある基板に接続される。

【0006】請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、発光素子アレイは、駆動する発光素子に注入する電流の発光素子配列方向への拡がりを抑制する電流注入範囲制限部を備える。したがって、発光素子からの発光領域が小さな領域に制限される。

【0007】請求項3記載の発明は、請求項1記載の発明において、発光素子アレイは、その光導波素子側の対向面よりも発光面が前記光導波素子から離反する方向に後退する断面形状を有する。したがって、一つの光モジュールに必要な発光素子の数以上の多数の発光素子を配列してなる発光素子アレイを一括して形成し、これを一つの光モジュールに必要な長さに切断する場合に、発光面に切断工具を干渉させることなく切断することが可能となる。

【0008】請求項4記載の発明は、請求項3記載の発明において、光導波素子と発光素子との少なくとも一方は、発光素子からの光の光量分布に応じて基板の表面に対して光学軸が相対的に傾いた状態で対向配置されている。したがって、発光素子の発光面から光導波素子の光入射面に入射する光は、発光面から直接入射する光と、

基板に反射した後に入射する光とを合成した光となり、その合成光のピークは基板の表面に対して傾斜する方向に向けられることになるが、光学軸の傾きにより、合成光のピークが光導波素子の光入射面の中心に向けられる。

【0009】請求項5記載の発明は、請求項1記載の発明において、基板は所定の方位を有する結晶基板が用いられ、支持溝は異方性エッチングの手法により形成され、電極は薄膜形成プロセスにより形成されている。したがって、支持溝と電極との相対位置が正確に定められる。

【0010】請求項6記載の発明は、請求項1記載の発明において、光導波素子は光入射面が球面若しくは非球面の形状に形成された光ファイバである。したがって、光ファイバの光入射面にレンズ作用をもたせることが可能となる。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の実施の第一の形態を図1ないし図4に基づいて説明する。まず、図1に光モジュール1の全体の構造を示す。図中、2は基板である。本実施の形態では、基板2は一定の方位（例えば（100）面）を有するシリコン結晶基板が用いられている。この基板2の表面には、光導波素子である光ファイバ3を位置決めして固定するV字形の複数の支持溝4と、これらの支持溝4のそれぞれの中心線上に位置決めされた複数の電極5と、基板1の側方に配置された電極6とが形成されている。支持溝4は異方性エッチングの手法により形成されている。具体的には、まず、基板2の表面全面に酸化膜（ SiO_2 ）を形成し、次に、通常のフォトリソグラフィの手法によるパターニングにより支持溝4を形成する部分以外の部分をマスキングし、 KOH 水溶液による異方性エッチングを施して、マスキングされていない部分の基板2の一部を除去することにより、支持溝4が正確に位置決めされて形成される。

【0012】また、前記電極5、6は各種の半導体を形成するプロセスと同様の薄膜形成プロセスにより形成されている。複数の電極5のそれぞれの端部には、後述する発光素子に接続される接続部5aが形成されている。接続部5aは例えばパターニングされた導電性接着剤や半田バンプで、電極5の幅内において表面から出っ張るように形成されている。

【0013】前記基板2には前記電極5、6に接続された発光素子アレイ7が設けられている。この発光素子アレイ7は、図2に示すように細長い発光素子基板（ $n\text{-GaAs}$ 基板）8の一面に多数の端面発光型の発光素子9を有する。図4に示すように、発光素子9は、発光素子基板8の一面に、 $n\text{-AlGaAs}$ クラッド層10、 $p\text{-GaAs}$ 活性層11、 $p\text{-AlGaAs}$ クラッド層12、 $p\text{-GaAs}$ キャップ層13を形成し、この $p\text{-GaAs}$ キャップ層13の上にパターニングされた酸化

膜（図示せず）を介してストライプ電極14を積層することにより形成されたダブルヘテロ構造のものである。ストライプ電極14の幅及び配列間隔は数 μm 幅に定められている。これにより、各発光素子9は電極5の幅より狭く、光ファイバ3の光入射面3aに対してはさらに小さい。

【0014】このような構成において、光入射面3aよりも小さな発光素子9がアレイ状に配列されているため、基板2への発光素子アレイ7の接続に際し、ストライプ電極14が形成された面を基板2の電極5の接続部5aの上に載せると、発光素子アレイ7の長手方向（発光素子9の配列方向）の位置が多少ずれていたとしても、電極5の接続部5aには少なくとも一つの発光素子9のストライプ電極14が接続される。その発光素子9は光ファイバ3を支持する支持溝4の中心を通る直線上に形成されている電極5上に位置するため、光ファイバ3の光入射面3aの中心部に対向する。この場合、アレイ状に配列された発光素子9のうち、光入射面3aの中心部から外れた位置に位置する発光素子9も存在するが、それらの発光素子9は電極5から外れて電圧の供給を受けることはないので、光伝達上何ら影響を及ぼすことはない。

【0015】したがって、光ファイバ3の幅方向（図1におけるX方向）に対する発光素子9の位置合わせを厳密に行う必要がない。図1におけるY方向の発光素子9の位置は、精度よく形成された支持溝4と、接続部5aを含む電極5の正確な膜厚とにより容易に定めることができる。図1におけるZ方向の発光素子9の位置は、発光素子アレイ7の光ファイバ3側の対向面7aを光入射面3aに突き合わせたり、或いは、発光素子アレイ7と基板2との対向面に位置合わせ用のマークを形成し、そのマークを合わせて発光素子9を電極5に接続することで位置決めされる。この光学軸の方向であるZ方向の位置決めはそれ程厳密性を必要とすることはない。

【0016】そして、電極5を介して所望の発光素子9に電圧を印加すると発光素子9の発光面15（図4における活性層11の端面）からの光が光ファイバ3の光入射面3aに入射される。

【0017】なお、基板に支持溝を形成する変形例について説明する。第一の変形例としては、基板としてセラミック基板を用い、支持溝を機械切削により形成してもよい。また、前実施の形態において説明した方法によって形成された支持溝4を備えた基板2をマスクとして、電鍍法によって金型を製作し、この金型を射出成型機にセットして、支持溝付きの基板を射出成型により形成してもよい。このようにして複製された基板は、マスクとしての元の基板2に比して多少精度が低下するが、径が太い光ファイバを用いる光モジュールの場合には精度上の支障はない。

【0018】次に、本発明の実施の第二の形態を図5に

基づいて説明する。本実施の形態及びこれに続く実施の形態において、図1ないし図4を用いて説明した部分と同一部分は同一符号を用いて説明も省略する。発光素子アレイ7は、駆動する発光素子9に注入する電流の発光素子配列方向への拡がりを抑制する電流注入範囲制限部を備える。この電流注入範囲制限部の具体的な構成は、図5(a)に示すように、各層10ないし13及び電極14を形成する層を削除して複数の発光素子9をメサ形状に構成する場合における発光素子9間の削除部分16である。或いは、図5(b)に示すように、各発光素子9の境界部に配設した埋込層17である。この埋込層17としての材料は、ポリイミド等の絶縁性の樹脂、pn逆バイアス層を形成するように構成された半導体薄膜である。

【0019】したがって、発光素子9を発光させるべく電極5に電流を注入したときに、隣接する発光素子9方向への電流の拡がりを削除部分16や埋込層17により阻止し、発光素子9からの発光領域を小さくすることができる。これにより、発光素子9の配列密度を密にして小型化を図るとともに、消費電力を低減することができる。

【0020】なお、基板2の一面に各層10～13及びストライプ電極14の層を成膜し、発光素子9の間に所望のイオンを拡散させて高抵抗部（電流注入制限部）を形成しても、同様の効果を得ることができる。

【0021】次に、本発明の実施の第三の形態を図6に基づいて説明する。本実施の形態における発光素子アレイ7は、その光ファイバ3側の対向面7aよりも発光素子9の発光面15（図4及び図5参照）が光ファイバ3から離反する方向に後退する断面形状を有する。具体的には、発光素子基板8上に各層10～13及びストライプ電極14を積層した後に、光ファイバ3側の対向面7aと基板2側の面とが交わるエッジ付近を上記積層した各層10～13及びストライプ電極14を含めて一部をエッチングにより除去することにより、対向面7aより発光素子9の発光面15が光ファイバ3から離れる方向に後退させている。

【0022】このような構成において、一つの光モジュール1に必要な発光素子9の数以上の多数の発光素子9を2次元に配列してなる発光素子アレイ7を一括して半導体ウエハ（発光素子基板8）に形成することは能率の点において製作上有利である。この発光素子アレイ7を一つの光モジュール1に必要な長さに切断する場合に、対向面7aより発光面15が後退しているため、発光面15に切断工具を干渉させることなく切断することが可能となる。これにより、切削工具で発光面15に傷をつけるおそれがなく、製作時の歩留まりを向上させることができる。

【0023】次に、本発明の実施の第四の形態を図7及び図8に基づいて説明する。本実施の形態は、図6にお

いて説明したように、発光素子アレイ7が、その光ファイバ3側の対向面7aよりも発光素子9の発光面15（図4及び図5参照）が光ファイバ3から離反する方向に後退する断面形状を有する場合に、光ファイバ3と発光素子9とを、発光素子9からの光の光量分布に応じて基板2の表面に対して光学軸が相対的に傾いた状態で対向配置したものである。具体的には、基板2の支持溝4の先端部にその支持溝4より幅が狭く、かつ浅いV字形の段付凹部4aを形成し、この段付凹部4aにより光ファイバ3の先端部を支持することにより、光ファイバ3の発光素子9側の端部の光学軸を基板2の表面に対して傾斜させている。

【0024】このような構成において、光ファイバ3の光入射面3aと発光素子9の発光面15との間には間隔が開いているため、発光素子9から光入射面3aに入射する光は、発光素子9から直接入射する光と、基板2の表面に反射した後に入射する光とを合成した光となる。これにより、その合成光のピークは基板2の表面に対して基板2から離れる方向に傾斜する方向に向けられることになるが、光ファイバ3の光学軸の傾きにより光入射面3aが基板2の表面から離反する方向に変位するため、合成光のピークを光入射面3aの中心に向け、光の利用効率を高めることができる。

【0025】なお、光ファイバ3の端部の光学軸を傾ける構成は前述した構成に限られるものではない。また、光ファイバ3の軸をストレートに維持した場合には、発光素子アレイ7を傾斜させても同様の効果を得ることができる。

【0026】さらに、本発明の実施の第五の形態を図9に基づいて説明する。本実施の形態は、光ファイバ3の発光素子9側の端面に、球面若しくは非球面の形状の光入射面3aを形成した例である。したがって、光ファイバ3の光入射面3aにレンズ作用をもたせることができる。これにより、レンズの集光作用を利用し発光素子9からの光を効率よく取り入れることができる。

【0027】

【発明の効果】請求項1記載の発明は、光導波素子が固定される支持溝と電極とは同一直線上に配置されて基板に形成され、光学素子アレイは光導波素子の光入射面よりも小さく、光導波素子と電極との対向方向と直交する方向にアレイ状に配列された端面発光型の発光素子を有し、電極と対応関係にある光導波素子の光入射面に対向する発光素子だけに電気的に接続された接続部が電極上に形成されているので、発光素子アレイの発光素子の配列方向における位置が多少ずれていたとしても、電極の接続部には少なくとも一つの発光素子が接続され、その発光素子は、光導波素子を支持する支持溝の中心を通る直線上に位置する電極上に位置するため光導波素子の光入射面の中心部に対向する。したがって、光導波素子の幅方向に対する発光素子の位置合わせを厳密に行う作業

をすることなく、発光素子と光導波素子との相対位置を正確に定めることができる。

【0028】請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、発光素子アレイは、駆動する発光素子に注入する電流の発光素子配列方向への拡がりを抑制する電流注入範囲制限部を備えるので、発光素子を発光させたときに、隣接する発光素子方向への電流の拡がりを電流注入範囲制限部により阻止し、発光素子からの発光領域を小さくすることができる。これにより、発光素子の配列密度を密にして小型化を図るとともに、消費電力を低減することができる。

【0029】請求項3記載の発明は、請求項1記載の発明において、発光素子アレイは、その光導波素子側の対向面よりも発光面が前記光導波素子から離反する方向に後退する断面形状を有するので、一つの光モジュールに必要な発光素子の数以上の多数の発光素子を配列してなる発光素子アレイを一括して形成し、これを一つの光モジュールに必要な長さに切断する場合に、発光面に切断工具を干渉させることなく切断することができる。これにより、切削工具で発光面に傷をつけるおそれがなく、製作時の歩留まりを向上させることができる。

【0030】請求項4記載の発明は、請求項3記載の発明において、光導波素子と発光素子との少なくとも一方は、発光素子からの光の光量分布に応じて基板の表面に対して光学軸が相対的に傾いた状態で対向配置されている。したがって、発光素子の発光面から光導波素子の光入射面に入射する光は、発光面から直接入射する光と、基板に反射した後に入射する光とを合成した光となり、その合成光のピークは基板の表面に対して傾斜する方向に向けられることになるが、光学軸の傾きにより、合成光のピークを光導波素子の光入射面の中心に向け、光の利用効率を高めることができる。

【0031】請求項5記載の発明は、請求項1記載の発明において、基板は所定の方角を有する結晶基板が用いられ、支持溝は異方性エッチングの手法により形成され、電極は薄膜形成プロセスにより形成されているので、支持溝と電極との相対位置を正確に定めることがで

きる。この寸法精度の向上により支持溝及び電極の配列密度を高めることができるため、小型化を図ることができる。

【0032】請求項6記載の発明は、請求項1記載の発明において、光導波素子は光入射面が球面若しくは非球面の形状に形成された光ファイバである。したがって、光ファイバの光入射面にレンズ作用をもたせることができる。これにより、レンズの集光作用を利用し発光素子からの光を効率よく取り入れることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の第一の形態における光モジュールの全体の構造を示す分解斜視図である。

【図2】発光素子アレイの斜視図である。

【図3】一部を拡大した側面図である。

【図4】一部を拡大した正面図である。

【図5】本発明の実施の第二の形態を示すもので一部を拡大した正面図である。

【図6】本発明の実施の第三の形態を示すもので一部を拡大した側面図である。

【図7】本発明の実施の第四の形態を示すもので一部を拡大した側面図である。

【図8】支持溝中の光導波素子と電極との関係を示す一部の平面図である。

【図9】本発明の実施の第五の形態を示すもので一部を拡大した側面図である。

【図10】従来例を示す分解斜視図である。

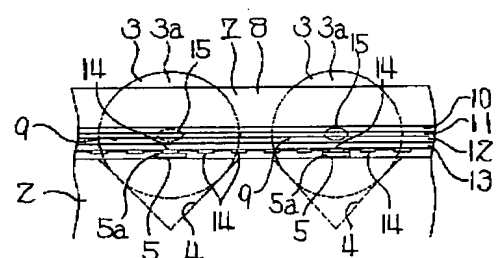
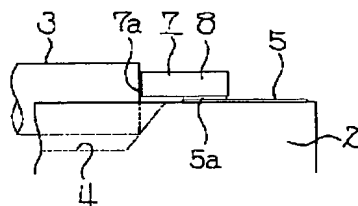
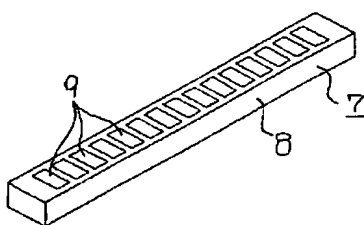
【符号の説明】

2	基板
3	光導波素子
3a	光入射面
4	支持溝
5	電極
5a	接続部
7	発光素子アレイ
9	発光素子
15	発光面
16, 17	電流注入範囲制限部

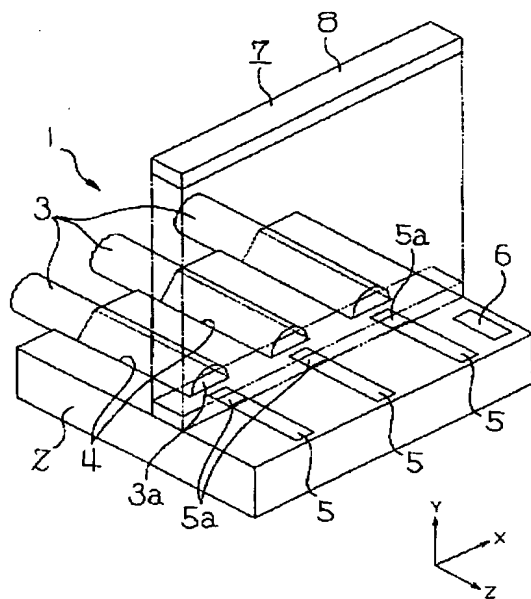
【図2】

【図3】

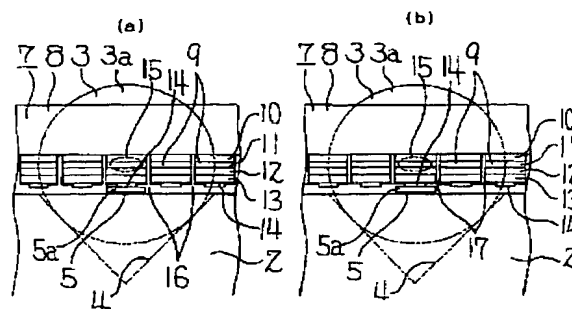
【図4】



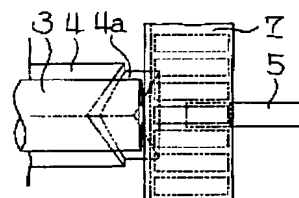
【図1】



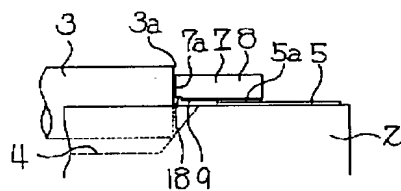
【図5】



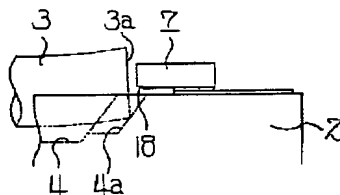
【図8】



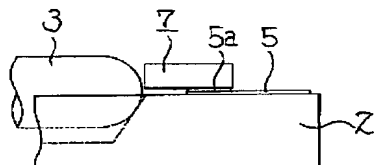
【図6】



【図7】



【図9】



【図10】

